

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН РОССИИ

<sup>1</sup>Шамбулова А.Н., <sup>1</sup>Тюменцева К.М., <sup>2</sup>Ботыгин И.А.

<sup>1</sup>ФГАОУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт мониторинга климатических и экологических систем» СО РАН, г. Томск, Россия

[ans47@tpu.ru](mailto:ans47@tpu.ru)

### Введение

Рост активности хозяйственной и иной деятельности способствовал чрезмерной эксплуатации природных ресурсов и загрязнению окружающей среды, что привело к нарушению процессов функционирования климатической системы на глобальном и региональном уровнях. В частности, глобальное потепление уже подтверждается эмпирическими данными [1, 2].

Поэтому на сегодняшний день изучение пространственно-временной изменчивости климатических параметров, таких как атмосферные осадки, температура воздуха, атмосферные явления, атмосферное давление и др. является одной из актуальных задач. Влияние указанных климатических параметров может проявляться как в положительном, так и в отрицательном качестве на деятельность человека и на окружающую среду. Так как они являются основными составляющими приземной атмосферной оболочки, которые обуславливают развитие местности и ее существование. А также определяют условия проживания людей и окружающей среды. Выявить общие закономерности и индивидуальные специфических черты позволяет сопоставление данных многолетних наблюдений за климатическими параметрами.

Таким образом, изучение временных и пространственных особенностей колебаний температуры воздуха и изменения осадков применяется для решения многих практических задач, которые связаны с рациональным использованием, например, агроклиматических ресурсов, но большее значение имеет при разработки региональных сценариев будущих изменений климата [3].

### Методика исследования

В настоящей работе были проведены исследования по выявлению особенностей среднемесячных изменений осадков и температуры приземной атмосферы для некоторых территорий России.

Одна из ключевых характеристик любого исследования является формирование базы данных, которое предполагает под собой сбор и структурирование информации по определенной тематике. Базовые массивы данных по основным метеорологическим элементам в рамках реализации поставленной задачи получены с сервера ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета [4]. Фрагмент среднемесячной температуры воздуха для города Пермь (с 2007 г. по 2016 г.) представлен в Таблице 1.

При проведении исследования выявлялись особенности формирования трендов температуры воздуха и осадков на выбранных территориях России для различных промежутков времени. На основе анализа временных рядов климатических переменных выявлены тренды произошедших изменений климатических параметров (температура, осадки, ветер, экстремальные характеристики) и определено, что наиболее важным аспектом является неустойчивость пространственно-временной неоднородности исследуемых климатических процессов [5].

Анализ тенденций изменения изменчивости климатических осадков был выполнен по рассчитанным линейным трендам в рядах наблюдений за доступный период. Кроме трендов за период наблюдений, выполнен анализ за период, который характеризуется изменением температуры воздуха за год. Ряды наблюдений содержат пропуски, поскольку тренды есть не для всех месяцев на отдельных станциях. Их вариативность можно оценить среднеквадратическими отклонениями. Например, есть пропуски за последние три месяца в наблюдениях со станций Пермь и Уфа с 2016 г [6]. Поэтому обработка данных с этих станций осуществлялась только на непрерывных рядах наблюдений (Таблица 1).

Таблица 1. Среднемесячные температуры воздуха (г. Пермь)

28224;2007;	-5.4;-16.3;	-2.4;	4.2;	11.5;	13.4;	19.7;	17.8;	10.6;	4.3;	-6.1;-11.5
28224;2008;	-12.2;	-8.6;	-1.1;	4.7;	10.6;	15.7;	19.7;	16.4;	7.7;	6.1; 0.6; -7.2
28224;2009;	-12.7;-10.7;	-2.2;	1.4;	11.8;	17.1;	16.4;	15.6;	12.2;	4.0;	-3.4;-15.7
28224;2010;	-18.8;-15.6;	-4.3;	5.7;	14.1;	16.9;	20.3;	18.0;	10.3;	2.8;	-2.9;-13.7
28224;2011;	-12.1;-17.9;	-5.6;	4.2;	12.1;	15.9;	20.1;	14.8;	11.3;	5.4;	-7.3; -7.9
28224;2012;	-13.5;-14.7;	-5.0;	8.3;	12.5;	18.3;	20.1;	16.7;	10.7;	5.4;	-2.4;-15.8
28224;2013;	-14.8;	-8.1;-10.0;	3.9;	11.0;	18.8;	19.2;	17.2;	10.3;	2.0;	1.2; -8.6
28224;2014;	-14.5;-14.0;	-1.4;	1.9;	13.7;	15.0;	14.4;	17.0;	9.2;	-1.4;	-5.0; -9.2
28224;2015;	-12.9;	-7.0;	-2.2;	3.8;	13.5;	18.7;	14.7;	12.9;	12.2;	0.0; -5.4; -7.0
28224;2016;	-13.7;	-3.6;	-3.2;	6.2;	13.1;	16.1;	20.1;	21.7;	10.9;	; ;

### Анализ температурных изменений и осадков

Исследование таких характеристик как месячная температура воздуха, месячная сумма осадков, экстремальные температуры и осадки позволяет выявить дополнительные пространственно-временные особенности трансформации регионального климата. Так как невозможно утверждать, что антропогенный фактор является единственным влиянием на потепление, оценивался вклад, который вносят естественные колебания климата на территории Уральских гор, где имеется своеобразная граница.

Исходя из имеющихся данных выявлено, что на Урале наблюдается весенний и зимний тип потепления, то есть температуры в марте и декабре в целом возрастают [7]. В подтверждение вышесказанному данные среднемесячных температур для Уфы и Екатеринбурга сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Среднемесячные температуры марта и декабря для городов Урала

	Уфа/Март	Екатеринбург/Декабрь
2009	-2.9	-15.2
2010	-4.9	-14.1
2011	-6.8	-8.8
2012	-4.4	-15.2
2013	-3.3	-8.6
2014	-2.2	-8.5
2015	-1.2	-7.3

Анализ рядов экстремальных температур выявил, что наблюдается также тенденция роста: положительные коэффициенты во всех трех рассмотренных городах Урала. Экстремальные температуры преобладают в феврале и августе, то есть в весенний и летний периоды (Таблица 3). Но, как правило, тенденция роста средних годовых температур больше максимальных [7,8].

Таблица 3. Экстремальные температуры в 2016 г.

Екатеринбург		Пермь		Уфа	
2 февр.	1.4	3 февр.	-0.1	2 февр.	2.1
26 февр.	5.9	5 февр.	0.8	3 февр.	0.9
13 авг.	32.1	12 февр.	1.8	4 февр.	2.0
14 авг.	34.6	15 авг.	34.3	25 февр.	7.2
15 авг.	34.1	-	-	16 апр.	24.3
18 авг.	34.0	-	-	14 авг.	34.2

Помимо возрастания температур в регионе увеличиваются количество осадков в год, установленные максимумы, а интенсивность летних осадков различна в регионе. Так, например, в

Перми количество осадков увеличилось в 2 раза за последние 7 лет, а в Уфе уменьшилось на 40 процентов. Но объяснить региональные изменения климата на данной территории согласно сценарию «обычного развития» пока не удалось.

Для проведения вычислений использовался язык программирования C#. Предполагается использование библиотеки Live Chart для 2D и 3D графики (круговая диаграмма, гистограммы, линейный график и XY график и др.).

### Заключение

Несмотря на невысокую достоверность и значительную неопределенность полученных результатов не стоит игнорировать их значимость для оценки изменений климатических условий. В частности, они могут быть использованы для уточнения прогнозов (особенно долгосрочных) климата для различных регионов России, решения задач хозяйственной и социальной жизни населения.

### Список использованных источников

1. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата: монография. – Обнинск: ВНИИГМИ-МДЦ, 2008. – 247 с.
2. Школьник И.М., Мелешко В.П., Кароль И.Л., Киселев А.А., Надежина Е.Д., Говоркова В.А., Павлова Т.В. Ожидаемые изменения климата на территории Российской Федерации в XXI веке // Сборник научных трудов. Труды ГГО. – 2014. – вып. 575. – С. 64-117.
3. Шкляев В.А. Динамика климатических характеристик, связанных с экстремальными температурами и осадками на Урале в XX веке // Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям. – Трианда ЛТД, 2016. – С.73
4. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации– Мировой центр данных [Электронный ресурс]. ru/ (дата обращения 02.04.2017)
5. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. – М.: Наука, 2001. – 351 с.
6. Крышнякова О.С., Малинин В.Н. Кластерный анализ температуры воздуха на Европейской территории России в условиях потепления климата // География и смежные науки. LXI Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции, Санкт-Петербург, 24-25 апреля 2008 г. – СПб.: Тесса, 2008. С. 56–65.
7. Шкляев В.А. Вековые изменения температуры воздуха на Урале / В.А. Шкляев. Л.С. Шкляева // Современные географические исследования: сб.тр.ученых геогр. фак-та, посвящ. 90-летию Нерм.гос.ун-та. Пермь, 2006. С.254– 265.
8. Монин А.С. Введение в теорию климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 247 с.